

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 39 42 509 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**H01 F 21/06**  
H 01 F 17/04  
H 05 K 1/16  
// H03J 3/10

②1 Aktenzeichen: P 39 42 509.6  
②2 Anmeldetag: 22. 12. 89  
④3 Offenlegungstag: 27. 6. 91

DE 39 42 509 A 1

⑦1 Anmelder:  
Richard Hirschmann GmbH & Co, 7300 Esslingen, DE

⑦2 Erfinder:  
Wendel, Wolfgang, 7316 Köngen, DE; Stadler,  
Heinz, 7000 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hochfrequenzschaltung

⑤7 In Drucktechnik ausgeführte Spulen von Hochfrequenzschaltungen werden wegen ihrer kostengünstigen Herstellbarkeit, ihres raumsparenden Aufbaus sowie der exakten Reproduzierbarkeit genauer Induktivitätswerte in der Serienfertigung häufig aus Draht gewickelten Spulen vorgezogen. Damit solche gedruckten Spulen auf möglichst einfache und kostensparende Weise zusätzlich in ihrer Induktivität einstellbar sind und somit einen erheblich erweiterten Anwendungsbereich aufweisen, ist erfindungsgemäß ein Ferritkörper vorgesehen, dessen Abstand von der gedruckten Spule und/oder dessen dieser gegenüberliegende Fläche (Überdeckungsgrad) einstellbar ist.  
Der Ferritkörper kann gemäß vorteilhaften Ausgestaltungen als zylindrischer Kern, Rohrkern, Platte oder Schicht ausgebildet und bei den zwei zuletzt genannten Ausführungen entweder selbsttragend oder auf einen Isolierträger angeordnet sein.

DE 39 42 509 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hochfrequenzschaltung mit wenigstens einer auf einer Schaltungsplatine in Drucktechnik ausgeführten Spule. Die sogenannten "gedruckten Spulen" sind von Hochfrequenzschaltungen allgemein bekannt und werden dort wegen ihrer kostengünstigen Herstellbarkeit, ihres raumsparenden Aufbaus sowie der exakten Reproduzierbarkeit genauer Induktivitätswerte in der Serienfertigung zumeist den aus Draht gewickelten Spulen vorgezogen.

Gedruckte Spulen sind allerdings nicht abstimmbar, so daß ihr Anwendungsbereich stark eingeschränkt ist. Insbesondere auf dem weiten Gebiet der abstimmbaren Filter sind Kondensatoren mit einstellbarer Kapazität häufig entweder zu teuer oder es reicht bei preiswerteren Ausführungen z. B. gemäß der DE 27 51 510 C2 der Kapazitätsvariationsbereich nicht aus, was vor allem bei Verwendung von SMD-Kondensatoren wegen deren kleiner Elektrodenfläche und der Keramikumhüllung der Fall ist. Andererseits werden aber gerade SMD-Bauteile wegen der damit kostengünstig herstellbaren Schaltungen in immer größerem Umfange eingesetzt.

Auch bei Schaltungen ohne Kondensatoren, beispielsweise RL-Gegenkopplungsschaltungen für Verstärker, sind oftmals abstimmbare Spulen erforderlich, aber zugleich die Vorteile gedruckter Spulen erwünscht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Hochfrequenzschaltung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 auf möglichst einfache und kostengünstige Weise derart weiterzubilden, daß ihre Induktivität einstellbar ist.

Diese Aufgabe ist durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Dadurch ist mit geringem Aufwand die Verwendung gedruckter Spulen auch in abstimmbaren Hochfrequenzschaltungen ermöglicht, bei denen zur Abstimmung eine Kapazitätsänderung nicht möglich ist oder nicht ausreicht. Der Anwendungsbereich gedruckter Spulen ist damit erheblich erweitert. Insbesondere kann beispielsweise auch bei LC-Schaltungen mit SMD-Kondensatoren ein großer Abstimmungsbereich erzielt werden.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausführungen des Gegenstandes nach dem Hauptanspruch angegeben.

Eine Ausbildung gemäß Anspruch 2 ist außerordentlich kostengünstig, weil die Halterung und Verstelleinrichtung des Ferritkörpers lediglich aus zwei, auf der Schaltungsplatine vorzugsweise durch Anlöten zu befestigenden Drähten besteht und der Ferritkern mit den beiden angeklebten biegsamen Drähten bereits als kostengünstiges Bauteil (für drahtgewickelte Spulen mit Ferritkern) im Handel ist. Durch entsprechendes Verbiegen der Drähte kann sowohl der Abstand des Ferritkerns von der HF-Spule als auch der Überdeckungsgrad auf einfache Weise in weiten Grenzen eingestellt werden. Die Drähte bestehen aus bleibend verformbarem Material, ihre Abmessungen sind entsprechend den Bedürfnissen des Einzelfalles, insbesondere hinsichtlich der Stabilität, und zusammen mit den Abmessungen und dem Material des Ferritkerns auch bezüglich des gewünschten Variationsbereiches gewählt.

Noch billiger ist eine Ausführung nach Anspruch 3, weil dabei die Befestigung (zum Beispiel durch Kleben) der Drähte am Ferritkern entfällt und Rohrkerne als preiswerte Massenartikel zur Verfügung stehen. Bei dieser Lösung sind an sich die Drahtenden voneinander isoliert auf der Schaltungsplatine zu befestigen, ab Fre-

quenzen oberhalb von etwa 40 MHz funktioniert die Schaltung jedoch auch dann, wenn beide Drahtenden zweckmäßigerweise auf der Massefläche angelötet sind, weil sich bei diesen Frequenzen aufgrund der hohen Permeabilität des Ferritkerns die Bedämpfung durch die Draht-Kurzschlußwindung nicht spürbar nachteilig auswirkt.

Für größere Induktivitätsänderungs- und damit Abstimmungsbereiche eignet sich eine in Anspruch 4 angegebene Ausführung aufgrund der größeren, der gedruckten Spule gegenüberliegenden Ferritfläche. Dies gilt besonders, wenn die Fläche der mäanderförmig ausgeführten Spule groß ist. Auch hier könnten grundsätzlich biegsame Drähte zum Halten des Ferritkörpers und seiner Abstandseinstellung verwendet werden, ein Metallstreifen entsprechender Breite und Stärke weist jedoch eine in vielen Anwendungsfällen erforderliche höhere mechanische Stabilität auf.

Besonders kostengünstig in der Serienfertigung ist die Ausbildung des Ferritkörpers als auf den Metallstreifen aufgebrachte Schicht beziehungsweise Beschichtung, weil dabei keine aufwendige Befestigung zum Beispiel durch Kleben erforderlich ist (Anspruch 5).

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der erfindungsgemäßen Hochfrequenzschaltung ist in Anspruch 6 angegeben. Dabei kann der rohrförmige Kunststoffkörper nahe der Spule (im Extremfall auf ihr aufliegend) fest oder im Abstand zur Spule veränderbar angeordnet sein. Im ersten Fall ist eine sehr geringe Bauhöhe erreicht, die mögliche Induktivitätsänderung aber nur vom Überdeckungsgrad der Spule durch den Ferritkern bestimmt. Bei der zweiten Alternative ist die Induktivität zusätzlich durch den Abstand des Ferritkerns von der Spule einstellbar, die Bauhöhe aber dann etwas größer.

Bei einer Ausführung gemäß Anspruch 7 ist die Induktivität der Spule nach einem dem bekannten Drehkondensator verwandten Prinzip variierbar, wobei ebenfalls eine geringe Bauhöhe erreicht und zur Induktivitätsänderung nur der Überdeckungsgrad verstellbar ist. Das Kunststofftragerteil kann dabei ebenso wie der Ferritkörper alle möglichen Formen aufweisen. Zweckmäßig ist es zumeist, die Fläche des Ferritkörpers in seiner Form derjenigen der Spule anzupassen, so daß bei entsprechender Wahl des Drehpunktes ein Überdeckungsgrad zwischen 0 und 100% einstellbar ist.

Besonders kostengünstig ist diese "Drehlösung", wenn der Ferritkörper gemäß Anspruch 8 selbst drehbar ausgeführt ist, so daß weder ein Trägereil noch eine Befestigung daran erforderlich ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Induktivitätsänderungseinrichtung ist in Anspruch 9 beschrieben, bei der der Abstand des Ferritkörpers von der Spule sehr fein und doch genau und stabil änderbar ist. Bei entsprechender Gestaltung des Ferritkörpers ist dabei zugleich der Überdeckungsgrad variierbar.

Bei allen Ausführungen gemäß den Ansprüchen 5 bis 9 ist zur Sicherung seiner Soll-Lage der Ferritkörper (beispielsweise durch Sicherungslack) festlegbar.

Die Figuren zeigen vier Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen LC-Schaltung in schematischer Darstellung, jeweils als teilweise geschnittene seitliche Ansicht (Fig. 1a, 2a, 3a, 4a) und in Draufsicht (Fig. 1b, 2b, 3b, 4b).

Bei allen Ausführungsbeispielen ist der Kondensator K ein SMD-Bauteil, das auf einer einseitig mit Metallbelag versehenen Druckplatine P angeordnet und in Serie zu einer gedruckten Spule S geschaltet ist. Der zweite

Anschluß des Kondensators K ist jeweils am Massebelag M der Druckplatte P angelötet. In den LC-Schaltungen nach den Fig. 1 bis 3 ist die Spule S mäanderförmig (relativ kleine Induktivität), bei der in Fig. 4 dargestellten Schaltung nach Art einer Spirale (hohe Induktivität) aufgebaut. Der zweite Anschluß des Kondensators K ist jeweils am Massebelag M der Druckplatte P angelötet.

In der Ausführung nach den Fig. 1a, 1b ist ein zylindrischer Ferritkörper F vorgesehen, an dessen Stirnflächen jeweils ein biegsamer Draht D in einer zentralen Ausnehmung eingeklebt ist. Derartige Ferritkörper F sind als Fertigbauteile zum Aufbau von zylindrischen Drahtspulen mit in ihrem Innenraum fest angeordnetem Ferritkern bekannt und als Massenartikel auf dem Markt. Die freien Drahtenden sind am Massebelag M angelötet. Länge, Stärke und Material der Drähte D sind so gewählt, daß durch entsprechendes Verbiegen der Ferritkörper F etwa parallel zur Druckplatte P über der Spule S innerhalb eines weiten Bereiches in gewünschtem Abstand zu dieser positioniert werden kann und in der Soll-Lage ausreichend stabil ist. Bei Ferritkörpern mit hoher relativer Permeabilität ist bereits mit dieser Anordnung ein so großer Variationsbereich der Spuleninduktivität erreichbar, daß eine zusätzliche Kapazitätsänderung in den meisten Fällen unnötig ist.

Der gleiche Aufbau einer gedruckten Spule mit veränderbarer Induktivität ist mit einem Rohrkern möglich, durch den ein Draht geführt ist, dessen Enden auf dem Massebelag angelötet sind. Die dabei gebildete Kurzschlußwindung wirkt sich, wie bereits zu Anspruch 3 beschrieben, bei Frequenzen oberhalb 40 MHz praktisch nicht nachteilig aus. In beiden Fällen ist aufgrund der Biegsamkeit der Drähte D in verschiedene Richtungen nicht nur der Abstand des Ferritkörpers zur Spule, sondern auch der Überdeckungsgrad einstellbar und damit eine schnelle und feine Abstimmung möglich.

Bei der in Fig. 2 wiedergegebenen LC-Schaltung ist anstelle der Drähte D ein Blechstreifen B vorgesehen, der an seinem freien Endteil einen plattenförmigen Ferritkörper F trägt, dessen Fläche und Form etwa derjenigen der Spule S entspricht und damit einen Überdeckungsgrad von 100% ermöglicht.

Der bleibend verformbare Blechstreifen B bietet zwar nur die Möglichkeit der Änderung des Abstandes des Ferritkörpers F von der Spule S, aber dafür den Vorteil einer hohen mechanischen Stabilität, die auch bei Erschütterungen eine dauerhaft sichere Einhaltung des Sollabstandes gewährleistet. Der große Überdeckungsgrad ermöglicht darüber hinaus einen weiten Induktivitäts-Variationsbereich.

Der Blechstreifen B ist auf der nichtbeschichteten Seite der Druckplatte P angeordnet und zum Massebelag M durchkontaktiert. Dies hat zwei Vorteile: Zum einen kann die gesamte Druckplatte P kostengünstig in einem Arbeitsgang, zum Beispiel im Tauchlötverfahren maschinell gelötet werden, zum anderen muß nicht darauf geachtet werden, daß der Ferritkörper F die Metallfläche der Spule S nicht berührt, weil beide Teile durch die Isolierschicht der Druckplatte P voneinander getrennt sind.

Der in Fig. 3a, b gezeigte Aufbau, bei dem ein Kunststoff-Quader Q mit Innengewinde auf der Druckplatte P durch Kleben, Einklipsen oder Verschrauben befestigt ist, zeichnet sich ebenfalls durch hohe Stabilität und Feinheit der Induktivitätseinstellung aus, die mittels eines in dem Quader verschraubbaren, als Gewindekern ausgebildeten Ferritkörpers erfolgt, wobei bei konstan-

tem Abstand der Überdeckungsgrad geändert wird. Zur zusätzlichen Sicherung kann der Ferritkörper in Sollstellung beispielsweise durch Sicherungslack festgelegt werden. Der Quader Q kann (nach dem Löten) wahlweise auf einer der beiden Seiten der Druckplatte P angeordnet sein.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist ebenfalls bei konstantem Abstand lediglich der Überdeckungsgrad der Spule S durch den Ferritkörper F änderbar. Dazu ist ein um eine zur Druckplatte P senkrechte Achse A schwenkbares Kunststoff-Trägereil T auf der nichtbeschichteten Platinenseite vorgesehen, auf welchem der plattenförmige Ferritkörper F zum Beispiel durch Kleben befestigt ist. Die Fläche des Ferritkörpers F und ihre Form entsprechen zumindest in etwa derjenigen der Spule S, so daß auch hier i.V. m. der Bemessung von Stärke und Material des Ferritkörpers F ein großer, den jeweiligen Bedürfnissen des Einzelfalles fein anpaßbarer Abstimmbereich gegeben ist. Die Achse A ist zur Sicherung der Sollstellung des Trägereils T festlegbar.

#### Patentansprüche

1. Hochfrequenzschaltung mit wenigstens einer auf einer Schaltungsplatte in Drucktechnik ausgeführten Spule, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ferritkörper (F) vorgesehen ist, dessen Abstand von der Hochfrequenzspule (S) und/oder dessen dieser gegenüberliegende Fläche (Überdeckungsgrad) einstellbar ist.
2. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper (F) ein zylindrischer Kern ist, der von an seinen Enden befestigten biegsamen Drähten (D) aus nichtfederndem Material gehalten wird, die anderndes an der Schaltungsplatte (P) befestigt sind.
3. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper ein Rohrkern ist, der von einem durch seine Bohrung verlaufenden, biegsamen Draht aus nichtfederndem Material gehalten wird, dessen Endteile an der Schaltungsplatte befestigt sind.
4. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper (F) eine Platte ist, die an einem Endteil eines anderndes an der Schaltungsplatte (P) befestigten biegsamen Metallstreifens (B) aus nichtfederndem Material angebracht ist.
5. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper eine auf einen Endteil eines anderndes an der Schaltungsplatte befestigten biegsamen Metallstreifens aus nichtfederndem Material aufgebrachte Schicht ist.
6. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper (F) ein in einen etwa parallel zur Schaltungsplatte (P) über der Spule (S) angeordneten rohrförmigen Kunststoffkörper (Q) mit Innengewinde einschraubbarer Kern ist.
7. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper (F) auf einem parallel zur Schaltungsplatte (P) um eine zu dieser senkrechten Achse (A) drehbar angeordneten Trägereil (T) aus Kunststoff angebracht ist, und daß der Ferritkörper (F) durch Drehen des Trägereils (T) zumindest teilweise die Spule (S) überdeckt.

8. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper selbst parallel zur Schaltungsplatine (P) um eine zu dieser senkrechten Achse (A) drehbar angeordneten zur Schaltungsplatine (P) um eine zu dieser senkrechten Achse (A) in dem Raum über bzw. unter der Spule (S) zumindest teilweise hineindrehbar angeordnet ist. 5

9. Hochfrequenzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ferritkörper oder eine ihn tragende Kunststoffplatte eine Gewindebohrung aufweist und damit auf einem etwa im Zentrum der Spule senkrecht von der Schaltungsplatine abragenden Gewindezapfen verschraubbar angeordnet ist. 15

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

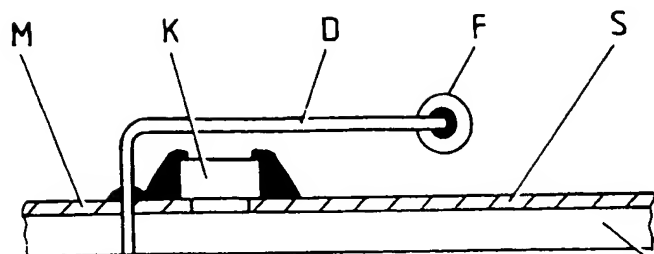


Fig. 1a

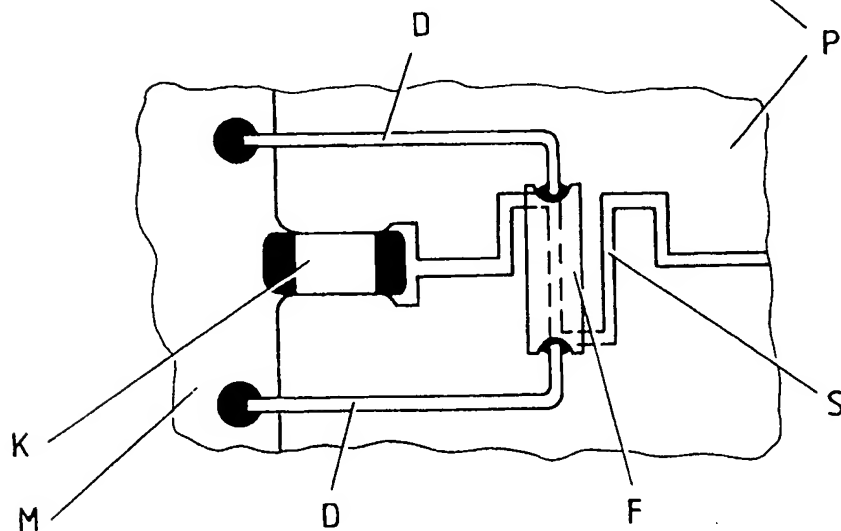


Fig. 1b

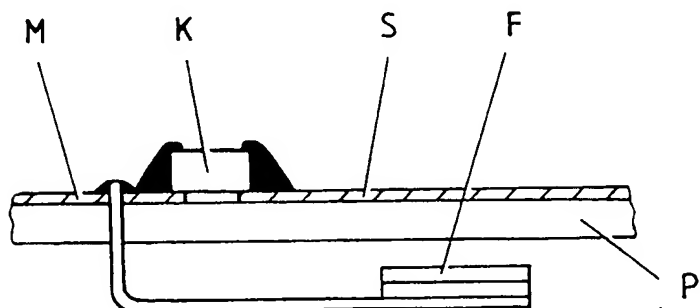


Fig. 2a

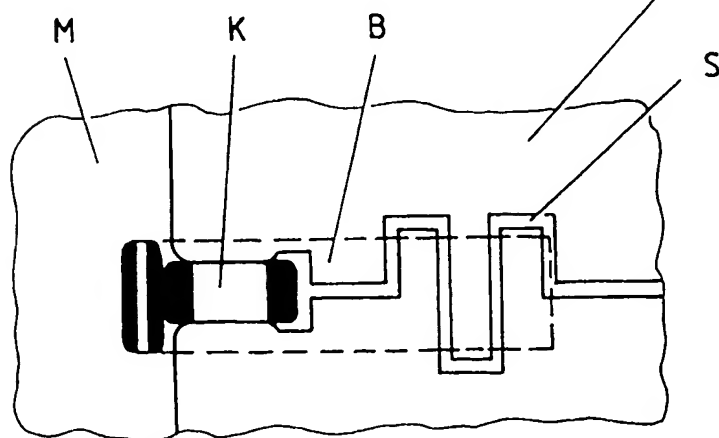


Fig. 2b

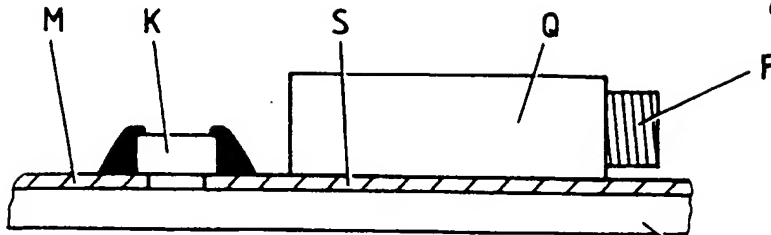


Fig. 3a

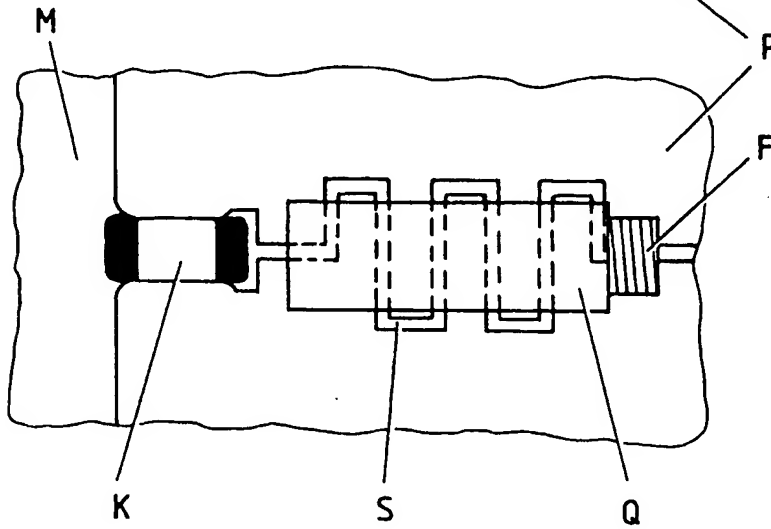


Fig. 3b

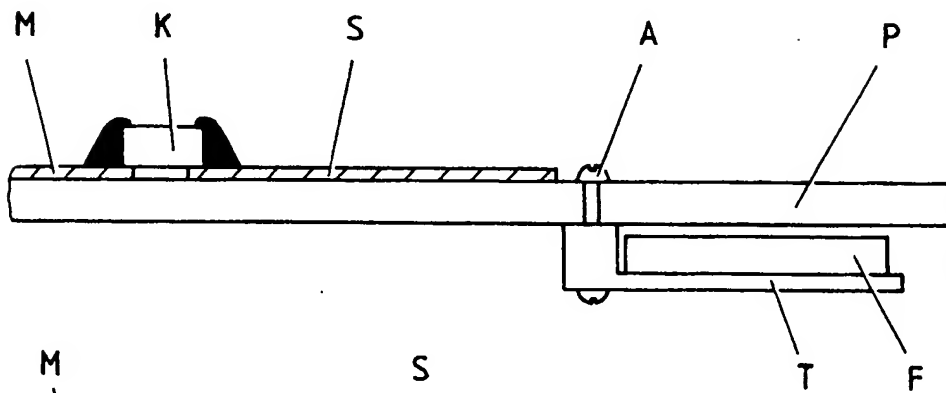


Fig. 4a

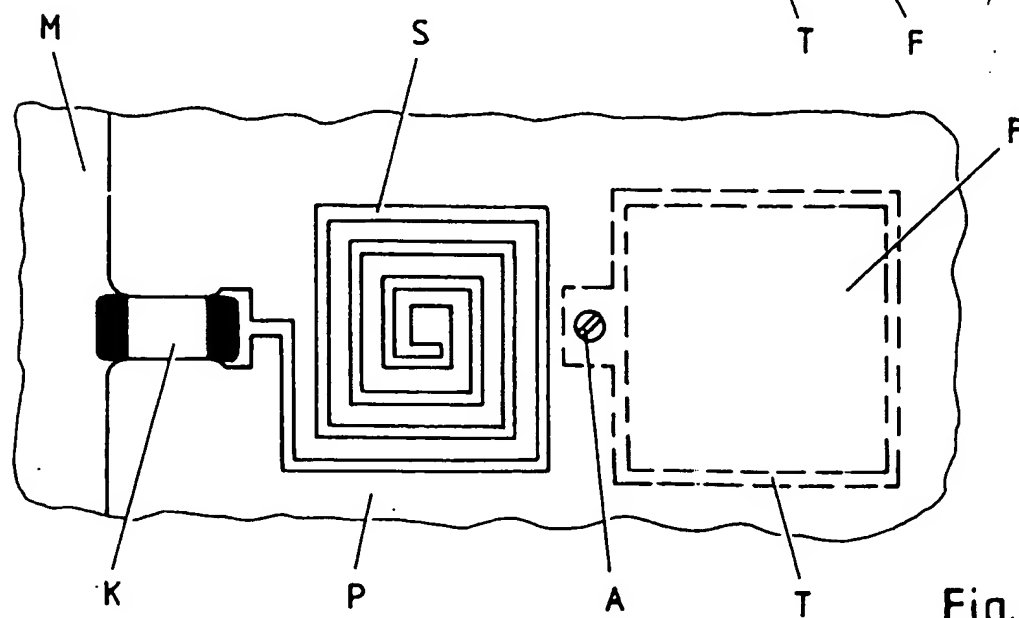


Fig. 4b